

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра математической кибернетики

УСТИЛКО Екатерина Валерьевна

**РАЗРАБОТКА VHDL-МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННОЙ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Магистерская диссертация

специальность 1-31 80 03 «Математика»

Научный руководитель
Степанец Владимир
Яковлевич
кандидат технических наук,
доцент

Минск, 2015

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Ключевые слова: НЕЙРОН, ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ, ОБУЧЕНИЕ С УЧИТЕЛЕМ, АЛГОРИТМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ, VHDL, РАСПОЗНАВАНИЕ РУКОПИСНЫХ ЦИФР, СИНТЕЗИРУЕМОЕ VHDL ОПИСАНИЕ СЕТИ.

В магистерской диссертации изучаются основные особенности искусственных нейронных сетей, методы их обучения и построения.

Целью диссертации является разработка программной и аппаратной модели нейронной сети с использованием языка VHDL для решения задачи распознавания рукописных цифр.

Для достижения поставленной цели использовались

- математическая модель нейрона Маккалока - Питтса,
- метод обучения сети с учителем,
- алгоритм обратного распространения ошибки.

В работе получены следующие результаты:

1) построена программная модель нейросети с использованием языка VHDL,

2) обучение сети проведено с помощью модифицированного алгоритма обратного распространения ошибки, для повышения скорости обучения при коррекции синаптических связей был использован метод тяжелого шарика,

3) разработан метод перехода от сети с вещественными весовыми коэффициентами к нейросети с целочисленными параметрами,

4) получено синтезируемое VHDL – описание нейронной сети.

Диссертация носит теоретический (практический) характер. Ее результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях искусственных нейронных сетей для решения задачи распознавания изображений, например, при построении неокогнитрона. Также полученная модель искусственного нейрона может быть включена в качестве составной части в описания нейронных сетей других архитектур для решения задач, отличных от задачи распознавания образов.

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и двух приложений. Полный объем магистерской диссертации составляет 53 страниц, в том числе 17 рисунков на 4 страниц, 2 приложения на 16 страниц, 1 таблица на 1 страницу, 14 использованных источников.

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE WORK

Key words: NEURON, ARTIFICIAL NEURAL NETWORK, SUPERVISED LEARNING, BACK PROPAGATION ALGORITHM, VHDL, RECOGNITION OF HANDWRITTEN DIGITS, SYNTHESIZABLE VHDL DESCRIPTION OF THE NEURAL NETWORK.

This paper examines the main features of artificial neural networks, methods of learning and construction.

The objective of this work is the development of software and hardware neural network model using VHDL language to solve the problem of recognition of handwritten digits.

To achieve this objective, the following methods and models were used

- McCulloch–Pitts model of artificial neuron,
- supervised learning,
- back propagation algorithm.

In the thesis the following results were obtained:

- 1) software model of neural network using VHDL language,
- 2) network was trained using modification of the back propagation, to improve learning heavy ball method was used,
- 3) method of transition from the network with real weight coefficients to the neural network with integer parameters was developed,
- 4) VHDL - description of the neural network that can be used for synthesis.

The master's thesis is theoretical (practical). Its results can be used in further research of artificial neural networks to solve the problem of image recognition, for example, in the construction of neocognitron. The resulting model of artificial neuron can be included as part of the description of other neural networks architectures for solving problems that differ from the problem of pattern recognition.

The thesis consists of an introduction, general characteristics of the work, four chapters, conclusions, bibliography and two appendices. The total volume of the master's thesis is 53 pages, including 17 pictures on 4 pages, 2 appendices on 16 pages, 1 chart on 1 page, 14 of sources used.